

# Sistem Otomatisasi Pengkondisian Suhu, pH, dan Kejernihan Air Kolam Pada Pembudidayaan Ikan Patin

Penulis : Ranu Adi Aldaka, Dosen Pembimbing I : Ir. M. Julius ST, MS. , Dosen Pembimbing II : Ir. Nurrussa'adah MT

**Abstrak**— Sistem Otomatisasi Pengkondisian Suhu, pH, dan Kejernihan Air Kolam Pada Pembudidayaan Ikan Patin merupakan rancang bangun suatu sistem yang dapat memantau suhu, pH, dan kejernihan air kolam, serta dapat mengkondisikannya kedalam parameter-parameter yang ditentukan. Dalam hal ini ikan patin dipilih sebagai subjek perancangan untuk menentukan parameter suhu, pH, dan kejernihan agar mudah melakukan analisa. Pada dasarnya alat ini dapat dipakai untuk semua kolam ikan, hanya parameter-parameternya yang berbeda sesuai kebutuhan. Pada pembudidayaan, dalam usia enam bulan ikan patin bisa mencapai panjang 35-40 cm. Ikan patin merupakan salah satu ikan air tawar yang memiliki peluang ekonomi untuk dibudidayakan. Ikan patin dikenal sebagai komoditi yang berprospek cerah, karena memiliki harga jual yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan ikan patin mendapat perhatian dan diminati oleh para pengusaha untuk membudidayakannya. Pada tulisan ini telah didesain suatu instrument yang dapat membantu para pengusaha ikan patin untuk mendapatkan hasil panen yang memuaskan.

**Kata Kunci**—Sistem otomatisasi, Sensor Suhu, Sensor pH, Sensor Kejernihan Air, Ikan Patin.

## I. PENDAHULUAN

Ikan patin merupakan salah satu ikan air tawar yang memiliki peluang ekonomi untuk dibudidayakan. Ikan patin dikenal sebagai komoditi yang berprospek cerah, karena memiliki harga jual yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan ikan patin mendapat perhatian dan diminati oleh para pengusaha untuk membudidayakannya. Budidaya ikan Patin masih perlu diperluas lagi, karena pemenuhan atas permintaan ikan patin masih sangat kurang. Ikan patin seperti halnya ikan lele tidak memiliki sisik dan memiliki semacam duri yang tajam di bagian siripnya keduanya tergolong dalam kelompok catfish. Ada yang menyebut ikan patin dengan Lele Bangkok. Di beberapa daerah ikan patin

memiliki nama yang berbeda-beda antara lain ikan Jambal, ikan Juara, Lancang dan Sodarim. Rasa daging ikan patin yang enak dan gurih konon memiliki rasa yang lebih dibandingkan Ikan Lele. Ikan patin memiliki kandungan minyak dan lemak yang cukup banyak di dalam dagingnya.<sup>[1]</sup>

Ikan patin dapat dibudidayakan di kolam tanah liat, kolam terpal, maupun kolam semen atau beton. Dalam pembudidayaannya, terdapat beberapa kondisi yang harus dipenuhi :

- 1) Kualitas air untuk pemeliharaan ikan patin harus bersih, tidak terlalu keruh dan tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun, dan minyak/limbah pabrik. Kekeruhan maksimal yang aman bagi ikan adalah 128 NTU.
- 2) Suhu air yang baik untuk pembudidayaan ikan patin adalah antara 25°C–30°C. Pada daerah-daerah yang suhu airnya relatif rendah diperlukan heater (pemanas) untuk mencapai suhu optimal yang relatif stabil.
- 3) Keasaman air berkisar antara: 6 –8.<sup>[2]</sup>

Berdasarkan kondisi-kondisi tersebut, diadakanlah penelitian khusus oleh penulis. Selain untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik, juga diharapkan pula dapat membantu para pengusaha budidaya ikan patin untuk mendapatkan patin yang sehat, bebas penyakit, bermutu, dan lezat untuk dikonsumsi. Penulis merancang "SISTEM OTOMATISASI PENGKONDISIAN SUHU, pH, DAN KEJERNIHAN AIR KOLAM PADA PEMBUDIDAYAAN IKAN PATIN".

### A. Rumusan Masalah

Permasalahan dalam sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam yang dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana merancang dan membuat sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam
- 2) Bagaimana merancang sistem keseluruhan yang dapat menghasilkan keluaran yang diinginkan, yaitu heater, LCD, dan valve
- 3) Bagaimana merancang dan membuat perangkat lunak (program) mikrokontroler AT Mega32
- 4) Bagaimana merancang tampilan informasi sinyal yang dihasilkan pada LCD 16x2

Ranu Adi Aldaka adalah mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (no telepon korespondensi penulis 085755008460; email r4nu\_4di\_a@yahoo.com)

Ir. M. Julius ST, MT. adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Ir. Nurrussa'adah MT adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (email rossa@ub.ac.id)

### B. Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberi batasan sebagai berikut:

- 1) Sistem ini hanya dapat mengkondisikan suhu, pH, dan kejernihan air.
- 2) Tampilan sistem menggunakan LCD 16×2.
- 3) Mikrokontroler yang digunakan ATmega32.
- 4) Sensor yang digunakan pH electrode, PTC, LDR, LM35, dan sensor batas air.
- 5) Tidak membahas lebih lanjut tentang komponen dalam sensor.
- 6) Kolam yang dibuat hanya berupa prototipe yang dibentuk dengan bahan *acrylic* dengan skala 1:6cm

## II. PENJELASAN PENGEMBANGAN ALAT

Dalam merencanakan dan merealisasikan sebuah sistem otomatisasi pengkondisi suhu, pH, dan kejernihan air kolam, dibutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung sistem ini. Kajian system yang dirancang penulis adalah pengembangan dari skripsi sebelumnya, yaitu oleh Singgare Krisandita yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Alat Pengukur Derajat Keasaman (pH) Air Tambak Udang Dengan Penampil Suhu”.<sup>[3]</sup> Alat ini menampilkan nilai pH dan suhu pada LCD.

Setelah dikembangkan dalam perancangan ini, selain pengukuran pH dan suhu, juga ditambahkan pengukuran kejernihan air. Dan alat ini tidak hanya menampilkan pH, suhu, dan kejernihan air saja, tetapi juga dapat mengkondisikannya. Keasaman (pH) dan kejernihan dikondisikan dengan pengurusan otomatis pada kolam jika pH dan kejernihan air berada diluar range yang ditentukan. Sedangkan pada pengkondisian suhu, diberikan heater untuk menjaga kestabilan suhu pada range yang ditentukan.

Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak system. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi sensor suhu, pH, dan kejernihan air, LCD, solenoid valve, dan heater.

## III. METODOLOGI

Penyusunan perancangan ini didasarkan dalam masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasi alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu dalam rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah studi literatur, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan.

### A. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengacu pada spesifikasi alat yang dirancang dan dasar teori

pendukung yang diperlukan guna merealisasikan alat. Studi literatur yang dilakukan meliputi studi mengenai teori dasar mengenai cara perancangan sistem hardware, pemograman mikrokontroler ATmega32, sensor pH, sensor suhu, sensor kejernihan air, sensor batas air, LCD, solenoid valve, dan heater.

### B. Perancangan Alat

Perancangan alat Sistem Otomatisasi Pengkondisian Suhu, pH, dan Kejernihan Air Kolam Pada Pembudidayaan Ikan Patin meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Penentuan spesifikasi alat.
- 2) Pembuatan diagram blok sistem keseluruhan.
- 3) Perancangan perangkat keras masing-masing blok yang meliputi perencanaan dan pembuatan rangkaian dari masing-masing blok.
- 4) Menggabungkan beberapa blok menjadi keseluruhan sistem yang direncanakan.
- 5) Perancangan perangkat lunak mikrokontroler untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan.

### C. Realisasi Pembuatan Alat

Pembuatan alat Sistem Otomatisasi Pengkondisian Suhu, pH, dan Kejernihan Air Pada Pembudidayaan Ikan Patin tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Pembuatan mekanik sistem berdasarkan pada perancangan.
- 2) Pembuatan perangkat keras sistem dengan menggunakan komponen elektronika yang telah direncanakan.
- 3) Pembuatan perangkat lunak mikrokontroler sesuai dengan diagram alir yang telah direncanakan.

### D. Pengujian Alat

Pengujian yang dilakukan meliputi:

- 1) Pengujian Rangkaian *Power Supply*  
Pengujian *power supply* dilakukan dengan mengukur tegangan masukan yang dihasilkan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.
- 2) Pengujian *Liquid Crystal Display* (LCD) 16X2  
Pengujian LCD dilakukan dengan cara memberikan masukan berupa data melalui program C ke mikrokontroler untuk mengetahui apakah LCD 16X2 dapat menampilkan hasil keluaran sesuai dengan masukan dari mikrokontroler tadi.
- 3) Pengujian Sensor  
Pengujian sensor dilakukan dengan cara mengukur tingkat kesalahan perhitungan sistem yang dilakukan oleh sensor serta menguji tingkat kesalahan perhitungan oleh sensor itu sendiri.
- 4) Pengujian Driver Valve  
Pengujian driver valve dilakukan dengan cara memberikan tegangan input untuk memicu relay aktif atau tidak, kemudian menghubungkan keluaran tegangan AC dari relay dengan valve.
- 5) Pengujian Driver Heater

Pengujian driver heater dilakukan dengan cara memberikan tegangan input untuk memicu relay aktif atau tidak, kemudian menghubungkan keluaran tegangan AC dari relay dengan heater.

6) Pengujian keseluruhan sistem

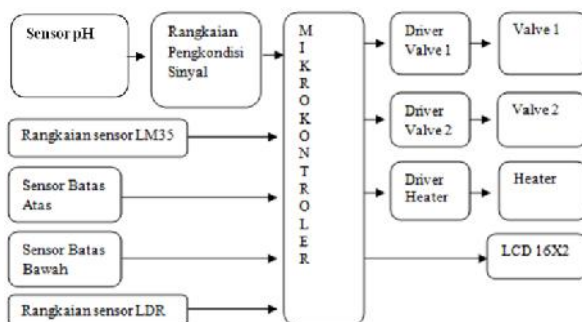
Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok-blok perangkat keras dan mengoperasikan sistem sehingga dapat diketahui apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perangkat keras telah beroperasi seperti yang diharapkan, perangkat lunak yang telah dibuat diujikan bersama perangkat kerasnya.

#### IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam yang direncanakan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Alat ini bekerja secara kontinyu dalam memantau suhu antara 25°C-30°C, pH antara 6-8, dan kejernihan air kolam antara 5 NTU-128 NTU.
- 2) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega32.
- 3) ATmega32 berfungsi mengendalikan seluruh komponen yaitu sensor-sensor, LCD, heater, dan valve penguras kolam.
- 4) LCD sebagai tampilan akan menampilkan besar suhu, pH air, dan kejernihan air.
- 5) Keluaran sistem ini berupa heater, valve penguras dan pengisi air kolam yang akan bekerja secara otomatis sesuai kondisi air yang ditentukan.
- 6) Menggunakan catu daya dari sumber AC yang telah disearahkan.
- 7) Kolam yang dibuat hanya berupa prototipe yang dibentuk dengan bahan acrylic dengan skala 1: 6cm.

##### A. Cara Kerja Sistem



Gambar 4.1 Blok diagram desain Sistem

Cara kerja sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Parameter-parameter suhu, pH, dan kejernihan air diinputkan sekali saat memasukkan program C ke mikrokontroler. Proses pengurasan akan mengkondisikan keasaman (pH) air tersebut serta dapat juga mengkondisikan kekeruhan air ke dalam range yang ditentukan. Proses penghangatan oleh heater akan

mengkondisikan suhu untuk tetap berada pada range yang ditentukan.

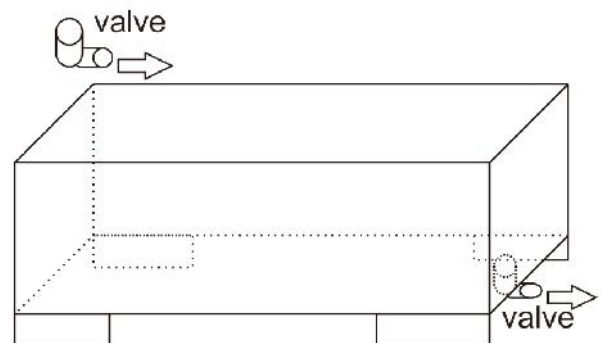
Sensor suhu LM35 digunakan sebagai pemantau suhu air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver heater, dengan besar suhu pengaktifan berkisar pada 25-30°C. Saat suhu air kolam berada pada suhu diluar kisaran tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* heater yang akan mengatur aktif tidaknya heater. Heater akan menyala dalam **mode penghangatan** hingga batas atas range suhu yang ditentukan.

Sensor pH digunakan sebagai pemantau keasaman (pH) air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver valve, dengan besar pH pengaktifan berkisar pada 6-8. Saat pH air kolam berada pada keasaman diluar kisaran tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurasan**.

Sensor kejernihan air digunakan sebagai pemantau kejernihan air kolam sebagai acuan untuk mengaktifkan driver valve, dengan besar kejernihan pengaktifan berkisar pada 128 NTU. Saat kejernihan air kolam berada pada kejernihan diatas batas tersebut maka sensor akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler ATmega32 untuk kemudian menggerakkan *driver* valve yang akan mengatur aktif tidaknya valve untuk melakukan **mode pengurasan**.

##### B. Desain dan Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dilakukan untuk merancang kerangka sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Secara umum desain rancangan mekanik prototipe kolam ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



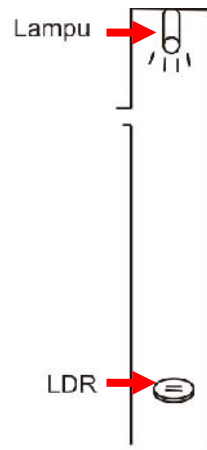
Gambar 4.2 Mekanik Prototipe Kolam

Prototipe balok tanpa atap dengan ukuran:

Panjang = 50cm

Lebar = 30 cm

Tinggi = 20 cm



Gambar 4.3 Mekanik Rangkaian Sensor Kejernihan Air

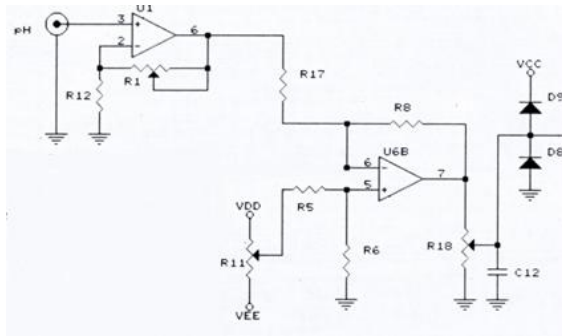
Ukuran pipa:

Panjang = 25cm

Diameter = 3,5cm

#### C. Perancangan Sensor pH

Desain rangkaian pengkondisi sinyal adalah susunan rangkaian penguat, pembagi tegangan, rangkaian penjumlah, dan attenuator yang berfungsi untuk mengolah sinyal yang ditangkap sensor pH dan sensor PTC sehingga mudah dianalisa. Gambar 4.5 menunjukkan rangkaian pengkondisi sinyal.

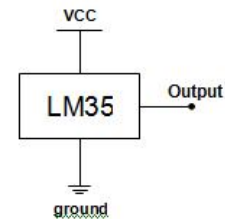


Gambar 4.5 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

$$V_{out} = \left( \frac{R_x}{R_x + R_f} \right) \left( - \left( \left( 1 + \frac{R_f}{R_i} \right) V_{pH} \right) + V_{offset} \right)$$

#### D. Perancangan Sensor Suhu LM35

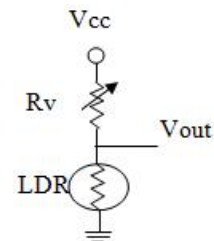
Dalam pembuatan sistem ini sensor suhu yang digunakan adalah IC LM35 keluaran semiconductor internasional, alasan penggunaan IC ini sebagai sensor suhu untuk sistem adalah kesederhaan rangkaian, memiliki output linear terhadap suhu, dapat dikalibrasi langsung dalam derajat celsius serta murah dan mudah didapat. Rangkaian sensor suhu ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Sensor Suhu

#### E. Perancangan Sensor Kejernihan Air

Desain rangkaian sensor kejernihan air ini berupa rangkaian pembagi tegangan dengan  $V_{out}$  yang berubah-ubah sesuai intensitas cahaya. Rangkaian sensor kejernihan air ditunjukkan dalam Gambar 4.7.

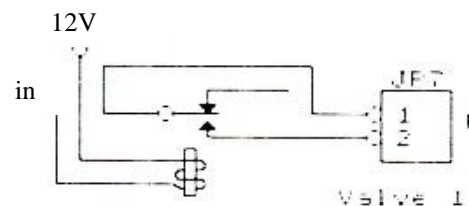


Gambar 4.7 Rangkaian Sensor Kejernihan Air

$$V_{out} = \frac{R_{LDR}}{R_v + R_{LDR}} \cdot V_{CC}$$

#### F. Perancangan Driver Keluaran

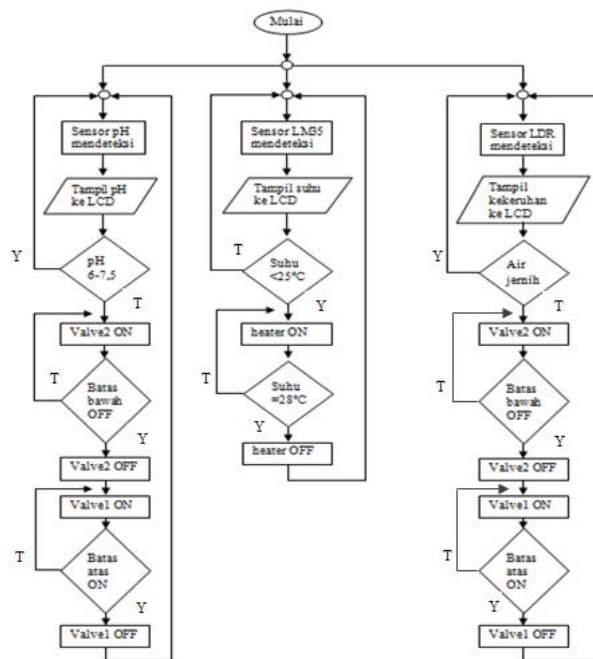
Desain rangkaian driver keluaran valve, dan heater adalah sama, yaitu menggunakan driver relay yang bila dipicu tegangan 5 V akan terhubung ke tegangan jala-jala 220V yang akan dihubungkan ke keluaran. Gambar 4.8 menunjukkan rangkaian dasar driver relay.



Gambar 4.8 Rancangan Driver Keluaran

#### G. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari perancangan perangkat lunak untuk mikrokontroler dengan ATmega 32, menampung data analog hasil pengukuran, kemudian melakukan proses sampling ADC. Data digital dikirim ke LCD 16X2.<sup>[4]</sup> Data ini di proses untuk dapat ditampilkan dalam bentuk grafik memakai software Matlab secara manual. Diagram alir sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.9



Gambar 4.9. Diagram alir keseluruhan

## V. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian yang perlu dilakukan meliputi:

- 1) Pengujian tampilan LCD
- 2) Pengujian rangkaian sensor suhu
- 3) Pengujian rangkaian sensor pH
- 4) Pengujian rangkaian sensor kejernihan air
- 5) Pengujian rangkaian driver relay
- 6) Pengujian keseluruhan

### A. Pengujian Tampilan LCD

Pengujian LCD dengan cara menampilkan program sederhana yang ditulis ke dalam program mikrokontroler. Jika sesuai berarti LCD siap digunakan untuk pengujian selanjutnya. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa LCD siap digunakan untuk pengujian selanjutnya.



Gambar 5.1 Tampilan LCD

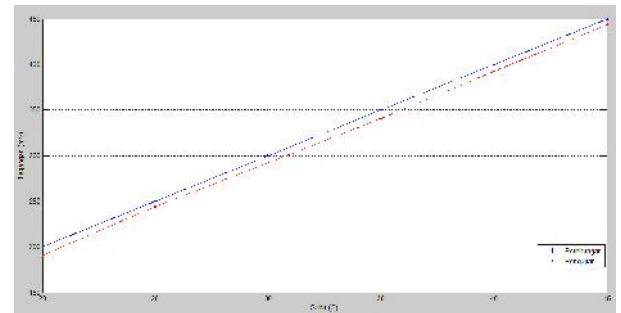
### B. Rangkaian Sensor Suhu

Parameter pengujian adalah mengetahui besarnya pengukuran tegangan keluaran rangkaian sensor suhu LM35 dan membandingkannya dengan nilai perhitungan. Alat bantu yang digunakan adalah rangkaian LCD beserta mikrokontroler dan multimeter untuk pengukuran manual. Dari data-data yang didapat,

nilai presentase error dapat ditentukan. Hasil pengujian sensor suhu ditunjukkan dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.2

Tabel 5.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

No	Suhu (°C)	Tegangan keluaran pengukuran (mV)	Tegangan keluaran perhitungan (mV)	Penyimpangan (%)
1	20	198	200	1
2	25	248	250	0,8
3	30	297	300	1
4	35	347	350	0,86
5	40	399	400	0,25
6	45	449	450	0,22
Penyimpangan rata-rata				0,688



Gambar 5.2 Grafik Pengujian Rangkaian Sensor Suhu Hasil pengujian

$$\text{Presentasi error} = \frac{4,132\%}{6} = 0,688$$

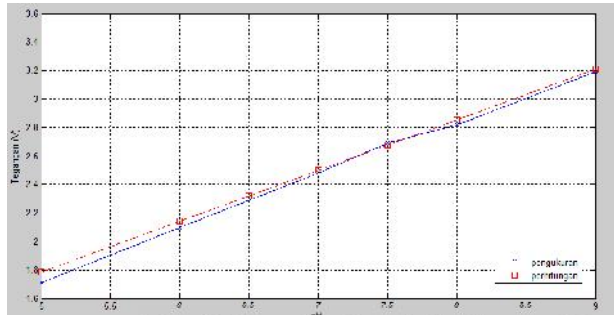
### C. Pengujian Rangkaian Sensor pH

Parameter pengujian adalah mengetahui besarnya pengukuran tegangan keluaran rangkaian sensor pH dan membandingkannya dengan nilai perhitungan. Alat bantu yang digunakan adalah rangkaian LCD beserta mikrokontroler dan multimeter untuk pengukuran manual. Dari data-data yang didapat, nilai presentase error dapat ditentukan. Hasil pengujian sensor pH ditunjukkan dalam Tabel 5.2 dan Gambar 5.3.

Tabel 3. Pengujian Rangkaian Sensor pH dengan Suhu Konstan

No	Keasaman (pH)	Tegangan keluaran pengukuran (V)	Tegangan keluaran perhitungan (V)	Penyimpangan (%)
1	5	1,71	1,784	4,14
2	6	2,1	2,141	1,91

3	6,5	2,29	2,319	1,25
4	7	2,48	2,497	0,68
5	7,5	2,69	2,676	0,52
6	8	2,82	2,854	1,19
7	9	3,19	3,211	0,65
Penyimpangan rata-rata				1,477



Gambar 5.3 Grafik Pengujian Rangkaian Sensor pH

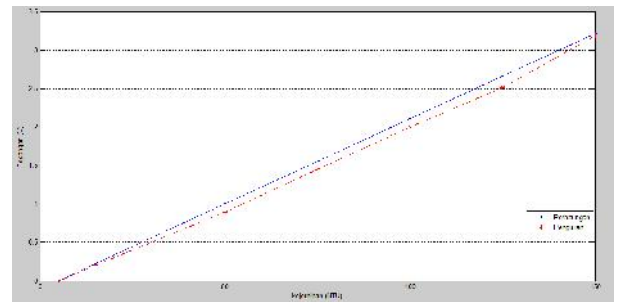
$$\text{Presentase error} = \frac{10,34\%}{7} = 1,477\%$$

#### D. Pengujian Rangkaian Sensor Kejernihan Air

Parameter pengujian adalah mengetahui besarnya pengukuran tegangan keluaran rangkaian sensor kejernihan air dan membandingkannya dengan nilai perhitungan. Alat bantu yang digunakan adalah rangkaian LCD beserta mikrokontroler dan multimeter untuk pengukuran manual. Dari data-data yang didapat, nilai presentase error dapat ditentukan. Hasil pengujian sensor kejernihan air ditunjukkan dalam Tabel 5.3 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.3 Pengujian Rangkaian Sensor Kejernihan Air

No	Kejernihan (NTU)	Tegangan keluaran pengukuran (V)	Tegangan keluaran perhitungan (V)	Penyimpangan (%)
1	5	0	0	0
2	10	0,2	0,222	9,91
3	50	0,89	0,999	10,9
4	75	1,45	1,554	6,69
5	100	2	2,109	5,17
6	125	2,51	2,664	5,78
7	150	3,19	3,219	0,9
Penyimpangan rata-rata				5,62



Gambar 5.4 Grafik Pengujian Rangkaian Sensor Kejernihan Air

$$\text{Presentase error} = \frac{39,35\%}{7} = 5,62\%$$

#### E. Pengujian Rangkaian Driver Relay

Tujuan pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui reaksi driver relay bila diberi tegangan Vcc 12 volt, dan diberi tegangan 0 volt. Ketika driver relay aktif, relay ini akan mengaktifkan keluaran. Satu driver relay digunakan untuk mengaktifkan satu keluaran, dimana dalam sistem ini ada 3 keluaran, yaitu valve1, valve2, dan heater. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pengujian Rangkaian Driver Relay

No.	Vin (volt)	Driver Relay
1	5	ON
2	0	OFF

#### F. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian secara keseluruhan dibagi menjadi 3, yaitu pengujian perubahan pH terhadap mode pengurasan, pengujian perubahan suhu terhadap mode penghangatan, dan pengujian perubahan kejernihan air terhadap mode pengurasan. Pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Tabel 5.5, Tabel 5.6, Tabel 5.7, dan Tabel 5.8.

Tabel 5.5 Pengujian Perubahan pH Menuju Basa

No.	pH	Mode Pengurasan
1	7,2	OFF
2	7,4	OFF
3	7,6	OFF
4	7,8	OFF
5	7,9	OFF
6	8	ON

Tabel 5.6 Pengujian Perubahan pH Menuju Asam

No.	pH	Mode Pengurasan
1	7,4	OFF
2	7	OFF
3	6,6	OFF
4	6,2	OFF
5	6,1	OFF
6	6	ON



Tabel 5.7 Pengujian Perubahan Suhu

No.	Suhu (°C)	Mode Penghangatan
1	26	OFF
2	25,6	OFF
3	25,4	OFF
4	25,2	OFF
5	25,1	OFF
6	25	OFF
7	24,9	ON

Tabel 5.8 Pengujian Perubahan Kejernihan Air

No.	Kejernihan Air (NTU)	Mode Pengurasan
1	100	OFF
2	120	OFF
3	127,4	OFF
4	127,6	OFF
5	127,8	OFF
6	127,9	OFF
7	128	OFF
8	128,1	ON

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan terhadap alat baik pengujian pada sub-sistem maupun pengujian seluruh sistem, maka dapat disusun kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem diawali dengan perancangan mekanik sistem, kemudian perancangan elektrik, perancangan hardware, dan yang terakhir adalah perancangan perangkat lunak. Pada perangkat lunak dimasukkan parameter-parameter tertentu untuk mengaktifkan keluaran atau suatu mode operasi. Sistem yang dibuat telah dapat bekerja sesuai dengan sistem yang dirancang, tiap blok yang diuji memiliki hasil yang tidak jauh berbeda dengan perancangan.
2. Tiap rangkaian sensor memiliki presentase error dalam pengukuran yang berbeda-beda. Presentase error rata-rata pengukuran pH = 1,477% ; presentase error rata-rata pengukuran suhu = 0,688% ; presentase error rata-rata pengukuran kejernihan air = 5,62%.
3. LCD menerima informasi dari mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah sinyal-sinyal analog dari rangkaian sensor-sensor, kemudian mengubah sinyal-sinyal analog tersebut ke dalam data-data digital yang akan ditampilkan pada LCD sesuai perangkat lunak yang sudah dirancang. LCD dapat menampilkan suhu, pH, kejernihan air, dan mode-mode operasi.
4. Mode pengurasan terhadap basa tepat pada pH 8, mode pengurasan terhadap asam tepat pada pH 6. Hal ini kurang sesuai dengan perancangan yang

diharapkan mode pengurasan terjadi ketika pH lebih dari 8 dan pH kurang dari 6. Mode penghangatan terhadap suhu dan mode pengurasan terhadap kejernihan air sudah cukup sesuai dengan perancangan. Hal ini telah dibuktikan dalam hasil pengujian keseluruhan sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Budidaya Ikan Nila Merah di Tambak (Maros: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, 2007).
- [2] Boyd, C.E. (1990): Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co, Birmingham Alabama.
- [3] Krisandita, Singgare, 2008, Perancangan dan Pembuatan Alat Pengukur Derajat Keasaman (pH) Air Tambak Udang Dengan Penampil Suhu, Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Malang.
- [4] Budioko, T, 2005, Belajar dengan Mudah dan Cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52 Teori Simulasi dan Aplikasi, Gava Media, Yogyakarta.